



DE 196 50 475 C 1

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 196 50 475 C 1**

⑲ Aktenzeichen: 196 50 475.9-21  
⑳ Anmeldetag: 5. 12. 96  
㉑ Offenlegungstag: -  
㉒ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 16. 4. 98

⑤ Int. Cl. 6:  
**B 62 D 6/00**  
B 62 D 6/04  
B 62 D 5/04  
B 62 D 5/06  
B 62 D 5/09  
B 60 T 8/52  
B 60 K 28/16  
// B62D 113:00,  
119:00, 111:00,  
153:00

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑬ Patentinhaber:  
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,  
DE

⑭ Erfinder:  
Bohner, Hubert, Dipl.-Ing., 71032 Böblingen, DE;  
Moser, Martin, Dipl.-Ing., 70736 Fellbach, DE

⑮ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 44 22 386 C1  
DE 42 32 256 A1  
DE 42 07 719 A1  
EP 05 39 823 A1

DE-Z: RUPP, A. u.a.: Zuverlässige und effiziente  
Erfassung der mehraxialen Fahrbetriebsbe-  
lastungen an Pkw und Lkw, In: Messtechnische  
Briefe 31 (1995), H. 1, S. 13-18;  
DE-Z: GÖHRING, E. u.a.: Elektronische Kennfeld-  
lenkung für Nutzfahrzeuge, Teil 1, In: Automobil-  
Industrie 1991, H. 4/5, S. 303-309;  
DE-Z: OBST, M.: Ohne Schwanken sicher in die  
Kurve, In: Kraftfahrzeugtechnik 1994, Nr. 11,  
S. 36-38;

⑯ Fahrzeuglenkung

⑰ Die Erfindung betrifft eine Fahrzeuglenkung mit vom  
Fahrer betätigter Lenkhandhabe, die einen Sollwertgeber  
für den Lenkwinkel betätigt und mit den Fahrzeuglenkrä-  
dern über eine Regelstrecke wirkverbunden ist, die ein  
Stellaggregat für die Fahrzeuglenkräder sollwertabhän-  
gig betätigt. Durch an den Radträgern der Fahrzeuglen-  
kräder angeordnete Sensoreinheiten werden von der  
Fahrbahn verursachte Störkräfte zur Erhöhung der Regel-  
dynamik außerordentlich frühzeitig erfaßt.

DE 196 50 475 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Fahrzeuglenkung mit vom Fahrer betätigter Lenkhandhabe, insbesondere Lenkhandrad, sowie den Fahrzeuglenkrädern zugeordnetem motorischen Stellaggregat mit dem die Lenkhandhabe über eine Regelstrecke wirkverbunden ist, deren Regler einerseits für einen Soll-Istwert-Vergleich eingangsseitig an einen von der Lenkhandhabe betätigten Sollwertgeber sowie an einen den Lenkwinkel der Fahrzeuglenkräder registrierenden Istwertgeber angeschlossen und andererseits auf seiner Eingangsseite mit Sensoren zur Erfassung von Kräften in der Fahrzeuglenkung verbunden ist.

Derzeit sind Personenkraftwagen und ähnliche Kraftfahrzeuge in der Regel mit hydraulischen Servolenkungen ausgestattet, bei denen das Lenkhandrad mechanisch mit den Fahrzeuglenkrädern zwangsgekoppelt ist. Dabei sind die Fahrzeuglenkräder des weiteren mit einem motorischen Stellaggregat antriebsmäßig verbunden, welches in Abhängigkeit von dem zwischen Lenkhandrad und Fahrzeuglenkrädern übertragenen Kräften bzw. Momenten gesteuert wird. Hierzu sind Teile, z. B. Wellenteile, der mechanischen Antriebsverbindung zwischen Lenkhandrad und Fahrzeuglenkrädern miteinander federnd verbunden, so daß die genannten Teile bzw. Wellenteile entsprechend den jeweils wirksamen Kräften bzw. Momenten einen mehr oder weniger großen Stellhub bzw. eine mehr oder weniger große Drehung relativ zueinander ausführen. Durch diesen Stellhub bzw. diese Relativdrehung wird dann ein das hydraulische Stellaggregat steuerndes Servoventil betätigt.

Gegebenenfalls kann durch diesen Stellhub bzw. die Relativdrehung auch ein elektrisches Stellaggregat gesteuert werden.

Bei Flugzeugen ist es bekannt, Leitwerke und Flügelklappen u. dgl. mit zugeordneten Handhaben lediglich wirkungsmäßig über eine Regelstrecke zu verbinden, wobei die Handhabe einen Sollwertgeber und die Flügelklappen bzw. Leitwerke einen Istwertgeber betätigen und der Regler der Regelstrecke die Signale von Sollwert- und Istwertgeber im Sinne eines Soll-Istwert-Vergleiches verarbeitet und in Abhängigkeit vom Ergebnis dieses Vergleiches motorische Stellaggregate für die Leitwerke bzw. Flügelklappen steuert. Dieses auch als "Fly by wire" genannte Konzept ist inzwischen derart zuverlässig, daß sogar Passagierflugzeuge entsprechend ausgerüstet werden.

Grundsätzlich ist es auch möglich, vergleichbare Anordnungen bei Fahrzeuglenkungen vorzusehen, wie aus der DE 42 32 256 A1 hervorgeht, die eine Fahrzeuglenkung der eingangs angegebenen Art zeigt. Gemäß der DE 42 32 256 A1 vermag der Regler auch einen autonomen Lenkeingriff auszuführen, beispielsweise um Störungen durch Seitenwind entgegenzuwirken.

Eine weitere Lenkung der eingangs angegebenen Art geht aus der DE 42 07 719 A1 hervor.

Bei solchen Lenkungen kann der Regler auch einen Handkraftsteller steuern, so daß der Fahrer an der Lenkhandhabe einen je nach Fahrbedingungen veränderten Lenkwiderstand fühlt. Dabei kann der Handkraftsteller gemäß der DE 42 32 256 A1 als Elektromotor oder auch als Hydraulikaggregat ausgebildet sein. Im Zusammenhang mit einem solchen Hydraulikaggregat läßt sich der DE 42 07 719 A1 entnehmen, daß der Regler zur Steuerung des Hydraulikaggregates ein Steuerventil betätigen kann.

Die EP 0 539 823 A1 zeigt ein Lenksystem der eingangs angegebenen Art, bei dem auf einen mechanischen Durchtrieb zwischen Lenkhandhabe und Fahrzeuglenkrädern nicht völlig verzichtet wird. Vielmehr ist lediglich vorgesehen, den mechanischen Durchtrieb bei fehlerfrei arbeitender

Regelstrecke unwirksam zu schalten, um bei Normalbetrieb eine vom mechanischen Durchtrieb abweichende parameterabhängige Lenkkinematik zu verwirklichen. Bei Störungen in der Regelstrecke soll dagegen der mechanische Durchtrieb wirksam werden.

Aus der Druckschrift "Messtechnische Briefe 31 (1995)", Heft 1, Seiten 13 bis 18, sind Radnaben mit Kraftsensoren bekannt, um die Belastungen an Fahrzeugen beim Fahrbetrieb zu messen und damit die Auslegung von Fahrwerken sowie den Nachweis der Festigkeit bei der Entwicklung neuer Fahrzeuge zu unterstützen.

Aus der Druckschrift "Automobil-Industrie" (1991), Heft 4/5, Seiten 303 bis 309, geht eine elektronische Kennfeldlenkung für Nutzfahrzeuge hervor. Dabei wird die Servounterstützung in Abhängigkeit von Parametern, und zwar insbesondere auch in Abhängigkeit von Kräften und Momenten an Fahrzeugrädern, verändert.

Aus den beiden zuletzt genannten Druckschriften ist darüber hinaus bekannt, verschiedene Kraftkomponenten separat zu erfassen.

Die DE 44 22 386 C1 betrifft eine Servolenkung mit parameterabhängig gesteuerter Rückwirkungskraft, wobei diese Steuerung in Abhängigkeit der Signale von Drucksensoren erfolgen kann, durch die am hydraulischen Servomotor auftretende Kräfte erfaßbar sind.

Die Druckschrift "Kraftfahrzeugtechnik" (1994) Nr. 11, Seiten 36 bis 38, zeigt aktive Fahrwerke, wobei die Stabilität des Fahrzeuges bei Lenkmanövern auch durch automatische Betätigung der Bremsen einzelner Fahrzeugräder sowie durch Betätigung steuerbarer Feder- bzw. Abstützaggregate erhöht werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es nun, eine vorteilhafte Anordnung für eine Lenkung der eingangs angegebenen Art aufzuzeigen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Regler eingangsseitig mit Kraft- bzw. Spannungssensoren an zumindest einem Radträger der Fahrzeuglenkräder verbunden ist.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken auf die Fahrzeuglenkräder wirkende Kräfte möglichst unmittelbar zu erfassen, damit der Regler die Einleitung von Störgrößen von der Fahrbahn über die Fahrzeuglenkräder ohne zeitliche Verzögerung registrieren und mit anderen Eingangsgrößen auf Plausibilität überprüfen kann. Auf diese Weise wird einerseits ein mehrfach redundantes System ermöglicht, wobei die redundanten Signale bzw. die aus den Signalen ermittelten redundanten Informationen von unterschiedlich strukturierten und angeordneten Sensoren stammen. Darüber hinaus besteht die vorteilhafte Möglichkeit, daß der Regler in Abhängigkeit von an den Fahrzeuglenkrädern wirksamen Kräften einen Handkraftsteller verzögerungsfrei steuert bzw. beeinflusst, welcher an der Lenkhandhabe bzw. am Lenkhandrad eine vom Fahrer fühlbare Stellkraft in Abhängigkeit von den jeweiligen Fahrbedingungen simulieren bzw. modulieren soll.

Insgesamt kann aufgrund der Erfindung eine außerordentlich hohe Regeldynamik erzielt werden, weil alle an den Fahrzeuglenkrädern wirksamen Kräfte durch die radträgerseitigen Sensoren zum frühest möglichen Zeitpunkt "bemerkt" werden können, bevor beispielsweise in einem hydraulischen Stellaggregat eine größere Druckänderung oder bei einem elektrischen Stellaggregat eine größere Kraftänderung aufgetreten sind bzw. Getriebeelemente zwischen den Fahrzeuglenkrädern und dem Stellaggregat registrierbare Hübe oder Drehungen ausgeführt haben.

Im übrigen wird hinsichtlich bevorzugter Merkmale der Erfindung auf die Ansprüche sowie die nachfolgende Erläuterung der Zeichnung verwiesen, anhand der besonders be-

vorzugte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben werden.

Dabei zeigt

**Fig. 1** eine schaltplanartige Darstellung einer erfindungs-  
gemäßen Fahrzeuglenkung mit hydraulischem Stellaggre-  
gat.

**Fig. 2** eine entsprechende Darstellung einer Fahrzeuglen-  
kung mit elektrischem Stellaggregat und

**Fig. 3** eine schematische Darstellung der zwischen Lenk-  
handrad und Fahrzeuglenkrädern wirksamen Regelstrecke.

Gemäß **Fig. 1** besitzt ein im übrigen nicht näher gezeigtes Kraftfahrzeug im dargestellten Beispiel zwei Fahrzeuglenkräder **1**, die jeweils an einem am Fahrzeugaufbau federbar gehaltenen und zur Lenkung der Fahrzeuglenkräder **1** um eine Fahrzeughochachse schwenkbaren Radträger **2** angeordnet sind. Die Radträger **2** sind über Spurstangen **3** mit einem hydraulischen Stellaggregat **4** verbunden, welches im dargestellten Beispiel als doppeltwirkendes hydraulisches Kolben-Zylinder-Aggregat ausgebildet ist. Die beiden vom Kolben des hydraulischen Stellaggregates **4** voneinander abgeteilten Hydraulikkammern des Stellaggregates **4** können über ein elektromagnetisch betätigbares Steuerventil **7** mit der Druckseite einer hydraulischen Druckquelle, im dargestellten Beispiel einer Hydraulikpumpe **8**, bzw. mit einem relativ drucklosen Hydraulikreservoir **9** verbunden werden, mit dem auch die Saugseite der Hydraulikpumpe **8** kommuniziert. Je nach Stellung des Steuerventiles **7** kann das hydraulische Stellaggregat **4** eine Stellkraft in der einen oder anderen Richtung erzeugen bzw. die eingestellte Lage verändern oder festhalten.

Ein vom Fahrer betätigtes Lenkhandrad **10** ist einerseits mit einem Sollwertgeber **11**, dessen elektrische Ausgangssignale den Sollwert des Lenkwinkels der Fahrzeuglenkräder **1** bzw. eine damit korrelierte Größe repräsentieren, sowie einem Handkraftsteller **12** mechanisch antriebsverbunden, welcher eine am Lenkhandrad **10** fühlbare Stellkraft steuerbar erzeugt bzw. moduliert. Hierbei kann der Handkraftsteller **12** beispielsweise durch einen steuerbaren Elektromotor gebildet sein, der je nach Fahrumständen das Lenkhandrad **10** zu verstellen bzw. einer Verstellung durch den Fahrer einen Widerstand entgegenzusetzen sucht.

Der Handkraftsteller **12** sowie das Steuerventil **7** werden durch einen nach Art eines Reglers arbeitenden Rechners **13** betätigt, der dazu eingangsseitig mit dem vom Lenkhandrad **10** betätigten Sollwertgeber **11** sowie weiteren Sensoren verbunden ist, die den Istzustand von Systemteilen der Fahrzeuglenkung registrieren.

Im dargestellten Beispiel ermittelt ein Wegsensor **14** den Stellhub des hydraulischen Stellaggregates **4**. Drucksensoren **15** ermitteln den Druck in den Hydraulikkammern **5** und **6** bzw. Größe und Richtung der Druckdifferenz zwischen den Drücken in den vorgenannten Kammern **5** und **6**. Des weiteren sind an den Radträgern **2** jeweils Sensoreinheiten **16** angeordnet, welche am jeweiligen Radträger **2** wirksame Kräfte bzw. mechanische Spannungen registrieren. Hierbei besitzt jede Sensoreinheit **16** vorzugsweise mehrere Sensorelemente, die jeweils nur auf Kraft- bzw. Spannungskomponenten reagieren und beispielsweise die Radaufstandskraft, Kräfte in Fahrzeuginnenrichtung sowie Kräfte in Fahrzeugquerrichtung bzw. damit korrelierte Größen erfassen.

Jede Sensoreinheit **16** kann so ausgeführt sein, daß sie die räumliche Richtung von Kräften zu ermitteln vermag. Beispielsweise kann die Sensoreinheit **16** durch eine sogenannte dreiaxige Anordnung von Dehnungsmeßstreifen gebildet sein, die am Radträger **2** angeordnet sind und Kräfte in Längs-, Quer- und Hochrichtung separat zu erfassen vermögen. Damit kann in jedem Fahrzustand die Radaufstandskraft bezüglich Maß und Richtung ermittelt wer-

den.

Die Signale der Sensoren **14** bis **16** liefern mehrfach redundante Informationen, so daß der Rechner **13** gegebenenfalls fehlerhaft arbeitende einzelne Sensoren zu ermitteln vermag. Darüber hinaus werden Bewegungen an den Fahrzeuglenkrädern **1** aufgrund der Sensoreinheiten **16** außerordentlich frühzeitig erfaßt, bevor beispielsweise der Wegsensor **14** eine Verstellung des Stellaggregates **4** oder die Drucksensoren **15** einen Differenzdruck und damit eine am Stellaggregat **4** wirksame Stellkraft erkennen können.

Der Rechner **13** kann in kritischen, durch entsprechende Sensorik erfaßbaren Fahrsituationen – z. B. Seitenwind, Glatteis, Ausweichmanövern – über entsprechende Ansteuerung des Steuerventiles **7** die Lenkung beeinflussen. Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, daß der Rechner **13** auch Bremsengriffe an einzelnen Rädern des Fahrzeuges oder steuerbaren Feder- und Abstützaggregaten der Räder vornimmt. Dabei können neben den mittels der Sensoreinheiten **16** ermittelten Radaufstandkräften auch weitere Größen berücksichtigt werden (z. B. Drehzahlen der einzelnen Räder, Lenkwinkel der gelenkten Räder oder Weg des Kolbens des Stellaggregates **4**, Fahrzeugquerbeschleunigung oder Federwege), wenn eine entsprechende Sensorik vorhanden und mit dem Rechner **13** verbunden ist. Durch gleichzeitige und aufeinander abgestimmte, rechnergesteuerte Betätigung von Lenkung, Bremsen und Feder- bzw. Abstützaggregaten kann ein Maximum an Sicherheit und Komfort für den Fahrer erzielt werden.

Die Ausführungsform der **Fig. 2** unterscheidet sich von der Ausführungsform nach **Fig. 1** im wesentlichen nur dadurch, daß anstelle eines hydraulischen Stellaggregates **4** ein elektrischer Stellmotor **17** angeordnet ist, der über ein Getriebe **18**, z. B. Ritzel und Zahnstange, mit den Spurstangen **3** und damit mit den Radträgern **2** antriebsverbunden ist. Anstelle der beim hydraulischen Stellaggregat **4** vorgesehenen Drucksensoren **15** kann ein Drehmomentsensor **19** vorgesehen sein, welcher die am Abtrieb des Stellmotors **17** wirksamen Momente ermittelt. Statt dessen können auch die Kräfte in der Zahnstange über das Moment des Ritzels bzw. Getriebes **18** bzw. die elektrische Stromaufnahme des Elektromotors **17** bestimmt werden.

Im Beispiel der **Fig. 2** steuert der Rechner **13** – neben dem Handkraftsteller **12**, wie es auch nach **Fig. 1** vorgesehen ist – den elektrischen Stellmotor **17** in Abhängigkeit von den Signalen des Sollwertgebers **11** sowie der Sensoren bzw. Sensoreinheiten **15**, **16** und **19**.

Gemäß **Fig. 3** wird durch die Ausgangssignale des Rechners **13** jeweils direkt oder indirekt ein Stellaggregat **4** bzw. ein Stellmotor **17** betätigt, wobei diese Betätigung eine Verstellung der Fahrzeuglenkräder **2** sowie zwischen dem Stellaggregat **4** bzw. dem Stellmotor **17** und den Fahrzeuglenkrädern **1** bzw. deren Radträgern **2** angeordneten Übertragungselementen, z. B. Spurstangen **3**, bewirkt. Dies wird von verschiedenartigen, weg- und kraftabhängig arbeitenden Sensoren "bemerkt" und dem Rechner **13** "mitgeteilt".

Die Sensoren **16** können z. B. nach Art von Dehnungsmeßstreifen ausgebildet sein.

#### Patentansprüche

1. Fahrzeuglenkung mit vom Fahrer betätigter Lenkhandhabe, insbesondere Lenkhandrad, sowie den Fahrzeuglenkrädern zugeordnetem motorischen Stellaggregat, mit dem die Lenkhandhabe über eine Regelstrecke wirkverbunden ist, deren Regler einerseits für einen Soll-Istwert-Vergleich eingangsseitig an einen von der Lenkhandhabe betätigten Sollwertgeber sowie an einen den Lenkwinkel der Fahrzeuglenkräder registrierenden

Istwertgeber angeschlossen und andererseits auf seiner Eingangsseite mit Sensoren zur Erfassung von Kräften in der Fahrzeuglenkung verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Regler (13) eingangsseitig mit Kraft- bzw. Spannungssensoren (16) an zumindest einem Radräger (2) der Fahrzeuglenkräder (1) verbunden ist. 5

2. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß neben einem Wegsensor (14) auch Sensoren (15,19) vorgesehen sind, die am Stellaggregat (4,17) wirksame Kräfte bzw. Drehmomente erfassen. 10

3. Fahrzeuglenkung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (13) ausgangsseitig auch einen Handkraftsteller (12) steuert, der eine an der Lenkhandhabe (10) fühlbaren Lenkwiderstand erzeugt bzw. moduliert. 15

4. Fahrzeuglenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoreinheiten (16) an den Radrägern (2) verschiedene Kraftkomponenten separat erfassen, z. B. Radaufstandskräfte, Kräfte in Fahrtrichtung und/oder Kräfte in Fahrzeugquerrichtung. 20

5. Fahrzeuglenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein hydraulisches Stellaggregat (4) angeordnet ist und der Regler (13) ein dieses Aggregat steuerndes Steuerventil (7) betätigt. 25

6. Fahrzeuglenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (13) einen elektrischen Stellmotor (17) betätigt. 30

7. Fahrzeuglenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (13) auch Radbremsen beeinflusst.

8. Fahrzeuglenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (13) steuerbare Feder- bzw. Abstützaggregate der Räder beeinflusst. 35

9. Fahrzeuglenkung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (13) einen autonomen Lenkeingriff auszuführen vermag. 40

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65

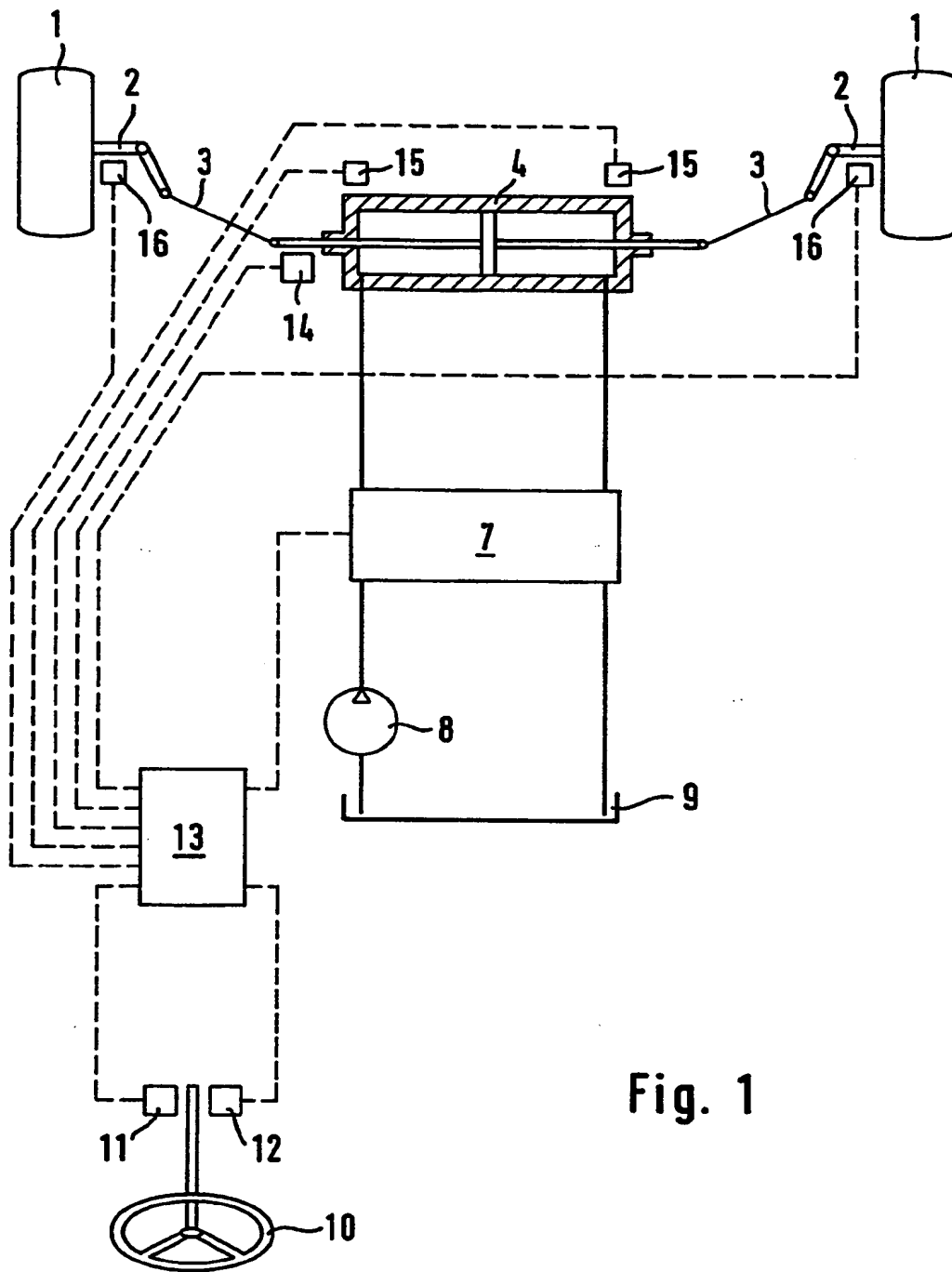


Fig. 1

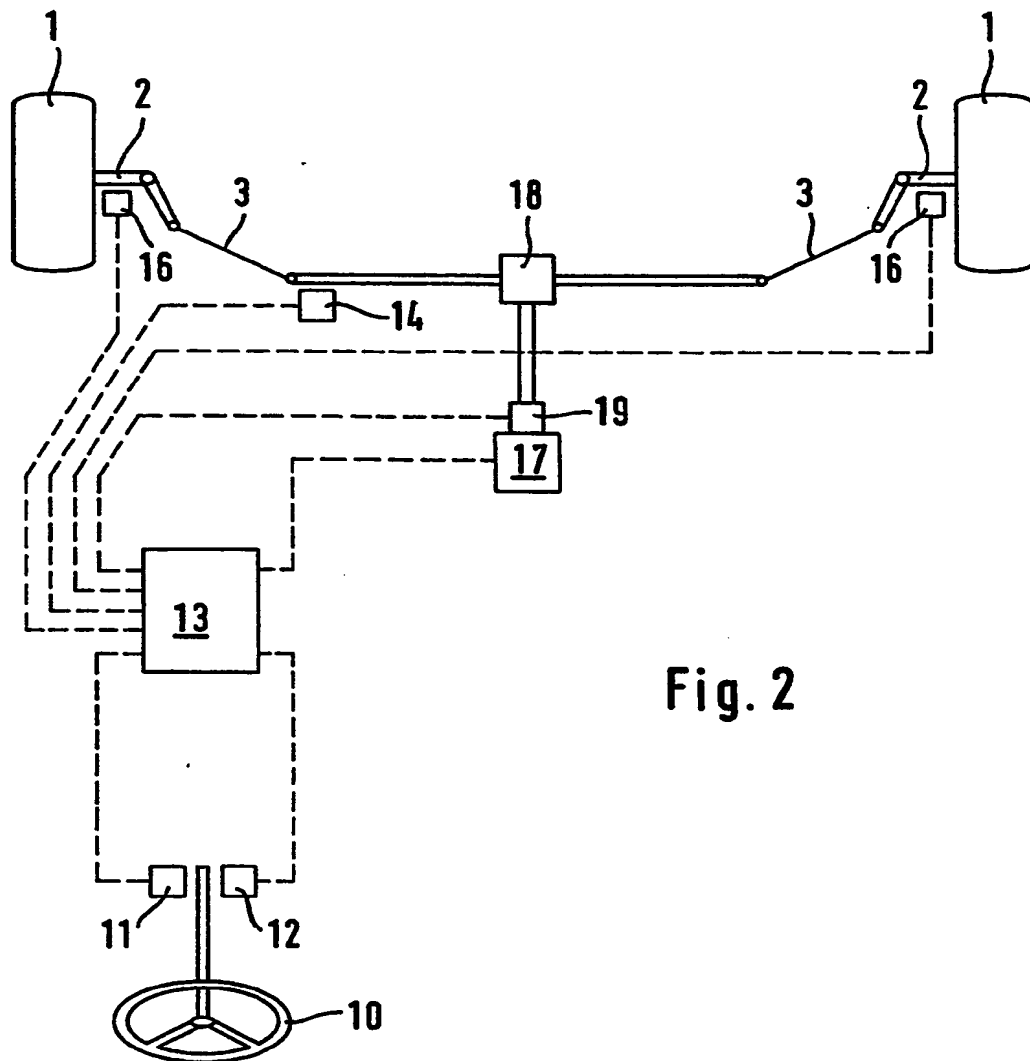


Fig. 3

